

## 明 細 書

## 円盤状工具

## 技術分野

本発明は、木材、木質系材料、プラスチック、鉄鋼材料、非鉄金属等、材質に制限の無い加工に用いられる丸鋸等の円盤状工具に係り、特に切削振動や座屈が生じにくい円盤状工具に関する。

## 背景技術

従来、この種の円盤状工具としては、例えば丸鋸の合金に形成される細長い孔であるスリットについて種々の形状のものが提案されている。例えば、特公昭46-21356号公報、実公平5-18010号公報、欧州特許第0640422A1号明細書、西独国特許第19648129A1号明細書に示す通りである。このようなスリットを設けることにより、丸鋸の臨界回転数が増大し、またスリットに樹脂を詰めることで、騒音や切断面品質に悪影響を及ぼす振動が生じ難くなることは知られている。なお、臨界回転数とは丸鋸に座屈を生じる回転数であり、一般的に丸鋸は臨界回転数未満で使用される。しかし、このようなスリットの配設位置とその全体形状とが、丸鋸の剛性や臨界回転数にどのように関係し、さらに耐久性や振動の抑制にどのように影響するかについては、十分解明されておらず、従って、適正な位置に適正な形状のスリットが形成されているどうか不明確であった。

本件発明者らは、円盤状工具に形成されるスリットの配設位置とその全体形状とが、円盤状工具の剛性や臨界回転数及び振動にどのように影響するかについて、詳細な解析を行うと共に、解析結果を具体的な実験

によって確認することにより、それらについて解明し、その結果に基づいて本発明を想到するに至ったものである。

本発明は、上記した問題を解決しようとするもので、スリットの配設位置及び配設状態を具体的に特定することにより、高い剛性と臨界回転数を有し、耐久性が高く切削振動が生じにくい円盤状工具を提供することを目的とする。

#### 発明の開示

上記目的を達成するために本発明の構成上の特徴は、円盤形状の台金に、台金の回転中心から延びる2本の半径線と回転中心を同心とする台金上の2本の同心円で囲まれて形成される仮想領域を周方向に連続して複数個配置し、仮想領域毎に2本の半径線及び2本の同心円のすべてに接触するスリットを1本ずつ設けてなる円盤状工具において、2本の半径線のなす中心角が $90^\circ$ 以下であり、仮想領域の数が4乃至24個であり、仮想領域を形成する2本の同心円の間隔の中央に位置する中央同心円は、台金の最大歯底半径を $r$ としたとき、台金の回転中心に対して $0.6r \sim 0.8r$ の範囲にあり、連続して隣り合う仮想領域の重なりは、回転中心を中心とした中心角が $0^\circ \sim 12^\circ$ の範囲にあり、隣り合うスリットの最小接近距離が $0.05r$ 以上であり、各仮想領域の、2本の同心円の間隔に対する前記中央同心円の仮想領域内における円弧長さの比が3～6であることにある。

本発明においては、円盤状工具として例えば第1図に示すようなスリット14を有する丸鋸を対象として、台金11の最大歯底半径を $r$ としたときの、仮想領域を形成する2本の同心円の間隔の中心に位置する中央同心円の半径方向位置について、円盤状工具の剛性値 $R$  ( $\text{kgf/mm}$ ) 及び臨界回転数値 $\text{min-Ncr}$  ( $\text{rpm}$ ) との関係コンピュー

タによる有限要素法（F E M）解析により求められた。F E M解析ソフトについては、A N S Y S（アンシスジャパン株式会社製）を使用した。なお、剛性値 R 及び臨界回転数地の基準値としては、第 8 図に示す従来の合金内にスリットを有しない丸鋸（外周側に 4 本のスリットを有する）の値である剛性値  $R = 0.59 \text{ kgf/mm}$ 、臨界回転数値  $= 4430 \text{ rpm}$  以上とした。その結果、第 3 図に示すように、中央同心円位置が  $0.6r$  以上で、剛性値 R が基準値より高くなり、 $0.8r$  以下で臨界回転数値が基準値より高くなった。従って、中央同心円位置として  $0.6r \sim 0.8r$  の範囲であることが規定された。

つぎに、各仮想領域の 2 本の同心円の間隔に対する前記中央同心円の仮想領域内における円弧長さの比について、中央同心円位置が  $0.8r$  と  $0.6r$  の場合に求められた。中央同心円位置が  $0.8r$  の場合には、第 4 図に示すように、剛性値 R は問題ないが臨界回転数値では比が 3 以上であることが必要である。中央同心円位置が  $0.6r$  の場合には、第 5 図に示すように、剛性値 R は比が 6 以下であることが必要であり、臨界回転数値で問題なかった。その結果、同心円の間隔に対する円弧長さの比が 3 ～ 6 の範囲であることが規定された。

つぎに、連続して隣り合う仮想領域の重なり範囲が求められた。中央同心円位置が  $0.7r$  の場合には、第 6 図に示すように、剛性値 R は重なり角が  $12^\circ$  以下であり、臨界回転数値では  $-1^\circ$  以上であれば問題はない。さらに、中央同心円位置が  $0.6r$ 、 $0.8r$  の場合の解析結果も考慮して、重なり角について  $0^\circ \sim 12^\circ$  の範囲が規定された。

なお、2 本の半径線のなす中心角が  $90^\circ$  より大きくなると、丸鋸の剛性が低下するのであり、これにより仮想領域の数が 4 個以上必要になる。また、仮想領域の数が 24 個より多くなっても、特性の変化は少なく、スリット形成のコストが高くなる。さらに、隣り合うスリットの最

小接近距離が  $0.05r$ 、特定の過酷な条件では  $0.08r$  より小さいと、スリット間が短絡し易くなり、丸鋸が破損し易くなるおそれがある。

また、本発明において、複数の仮想領域を同一形状とすることができる。複数の仮想領域形状を同一にすることにより丸鋸の回転方向の対称性が確保されて、生産性が高められると共に視覚的な美感が高められる。

さらに、複数の仮想領域を同一形状とすることに加えて、複数の仮想領域内に形成されるスリットを同一形状にすることができる。このように、複数の仮想領域形状が同一にされること加えて、各仮想領域内に形成されるスリットが同一形状にされたことにより、丸鋸の回転方向の対称性が確保されて、生産性、視覚的な美感がさらに高められる。

本発明によれば、丸鋸等の円盤状工具に設けるスリットの配設位置及び配設状態を具体的に特定したことにより、台金内にスリットを設けない従来の丸鋸と同等以上の剛性と臨界回転数特性を維持しつつ、耐久性が高く、騒音や切断面品質に悪影響を及ぼす振動の発生を抑えることができる。また、複数の仮想領域形状が同一にされ、さらに各仮想領域内に形成されるスリットが同一形状にされたことにより、円盤状工具の回転方向の対称性が確保されて、生産性、視覚的な美感がさらに高められる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例である丸鋸を示す側面図である。

第2図は、丸鋸の要部を拡大して示す一部拡大側面図である。

第3図は、同丸鋸の仮想領域を形成する2本の同心円の間隔の中心に位置する中央同心円の半径方向位置と、丸鋸の剛性値  $R$  ( $\text{kgf/m}$ ) 及び臨界回転数値  $\text{min-Ncr}$  ( $\text{rpm}$ ) との関係を示すグラフである。

第4図は、各仮想領域の2本の同心円の間隔に対する中央同心円の仮想領域内における円弧長さ（中央同心円位置が $0.8r$ ）の比と、丸鋸の剛性値 $R$ 及び臨界回転数値 $\min - N_{cr}$ との関係を示すグラフである。

第5図は、各仮想領域の2本の同心円の間隔に対する中央同心円の仮想領域内における円弧長さ（中央同心円位置が $0.6r$ ）の比と、丸鋸の剛性値 $R$ 及び臨界回転数値 $\min - N_{cr}$ との関係を示すグラフである。

第6図は、連続して隣り合う仮想領域の重なり角度と、丸鋸の剛性値 $R$ 及び臨界回転数値 $\min - N_{cr}$ との関係を示すグラフである。

第7図は、変形例である丸鋸を示す側面図である。

第8図は、従来例である丸鋸を示す側面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施例を図面を用いて説明する。第1図は、同実施例に係るアルミニウム切断用の丸鋸を側面図により示したものであり、第2図は、同丸鋸の要部を一部拡大側面図により拡大して示したものである。丸鋸10は、円盤形状の台金11と、台金11の外周の連続した等間隔の複数ヶ所から径方向外方に突出して形成された歯12を設けている。台金11は、中心軸孔11aを有すると共に、周方向の等間隔の6箇所にて歯底外周から回転中心に向けてわずかに延びて内側で円弧状に丸められた外周スリット11bを有している。台金11は、その回転中心から延びる2本の半径線13a、13bと回転中心を同心とする台金上の2本の同心円13c、13dで囲まれて形成される仮想の範囲である仮想領域13を回転中心の周囲に連続して14個設けている。各仮想領域13内には、2本の半径線13a、13b及び2本の同心円13

c, 13 d のすべてに接する各 1 本のスリット 14 がレーザ加工等により形成されて設けられている。

スリット 14 は、2 本の半径線のなす回転中心を中心とした中心角が略  $34^\circ$  であり、かつ中心角を三分割した回転前方側から見て連続した前側小径部 14 a、中央傾斜部 14 b、後側大径部 14 c の 3 つの部分に分けられている。前側小径部 14 a の半径は略  $0.64r$  であり、後側大径部 14 c の半径は略  $0.76r$  である。ここで、 $r$  は、台金 11 の最大歯底半径、すなわち台金中心から歯 12 の根元までの半径を表す。中央傾斜部 14 b は、前側小径部 14 a 及び後側大径部 14 c 間に傾斜して配置され、前側小径部 14 a 及び後側大径部 14 c との境界である連結部分が円弧状になっている。これにより、仮想領域 13 を形成する 2 本の同心円 13 c, 13 d の間隔の中心に位置する中央同心円 13 e の半径方向位置（半径位置）は、 $0.7r$  となっている。

また、連続して隣り合う仮想領域 13 の重なりは、回転中心を中心とした中心角  $\theta_s$  が略  $8.29^\circ$  である。また、隣り合うスリット 14 の最小接近距離は、略  $0.1r$  である。さらに、各仮想領域 13 の 2 本の同心円の間隔  $0.104r$  に対する中央同心円 13 e の仮想領域 13 内における円弧長さ  $0.415r$  の比（スリット縦横比）が略  $3.99$  である。

上記構成の実施例においては、丸鋸 10 に設けるスリット 14 の配設位置及び配設状態を上記具体的な数値範囲で規定したことにより、台金内にスリットを設けない従来の丸鋸と同等以上の剛性と臨界回転数特性を保持しつつ、耐久性を高め、騒音や切断面品質に悪影響を及ぼす振動の発生を抑えることができる。また、複数の仮想領域 13 の形状が同一にされることに加えて、各仮想領域 13 内に形成されるスリット 14 が同一形状にされたことにより、丸鋸 10 の回転方向の対称性が確保され

て、生産性、視覚的な美感がさらに高められる。ただし、複数の仮想領域形状が同一であることは必ずしも必要ではなく、また、スリットの形状が同一であることも必須ではない。

つぎに、上記実施例の変形例について説明する。

変形例に係る丸鋸 20 は、第 7 図に示すように、円盤形状の合金 21 の外周に、連続した 1 ピッチの等間隔で配列された 4 つの歯 22 と、これから 1.5 ピッチずれた歯 23 が組みとなって、複数ヶ所から径方向外方に突出して形成されている。等間隔の複数の歯 22 の個数については、4 個が最も望ましいが、3 個あるいは 5 個であってもよい。合金 21 に形成されたスリット 24 及び仮想領域（図示しない）の構成については、上記実施例のスリット 14 及び仮想領域 13 と同様である。

変形例の丸鋸 20 においては、所定のスリット 24 を設けたことにより、上記実施例と同様の効果が得られ、さらに等ピッチの複数の歯 22 にピッチのずれた歯 23 を 1 つ含ませることにより、鋼管等の金属製パイプの切断に非常に有効であることが明かにされた。

つぎに、上記実施例及び変形例の具体的実験例について説明する。

試験品として、実施例のアルミ材切断用の試験品 1 と、変形例の鋼管切断用の試験品 2 を用意した。試験品 1 は、下記表 1 に示すように、上記スリット構成を有する①～③の 3 種類の仕様（外径×歯厚×合金厚×中心孔径×歯数）の鋸刃で、外周から回転中心に 10 mm 延びた外周スリットを 6 本有している。切断条件は、各鋸刃に対して異なる回転数 N 及び送り速度 F となっている。被削材は、アルミ押出し型材 A 6 0 6 3 である。

試験品 2 は、下記表 1 に示すように、上記スリット構成を有する①、②の 2 種類仕様（外径×歯厚×合金厚×中心孔径×歯数）の鋸刃で、外周スリットを有していない。切断条件は、共通の回転数 N 及び送り速度 F

となっている。被削材は、各種鋼製パイプ S T K M 1 3 C , 1 5 A , 1 5 B である。

[ 表 1 ]

	試験品 1 (アルミ用)	試験品 2 (パイプ用)
半径位置 0.6~0.8	刃底半径の 0.7	刃底半径の 0.7
重なり角度 0° ~12°	6.29°	6.29°
スリット縦横比 3~6 倍	3.76 倍	3.76 倍
鋸刃仕様	① $\phi 405 \times T2.0 \times t1.5 \times \phi 25.4 \times 144Z$ ② $\phi 610 \times T3.3 \times t2.7 \times \phi 40 \times 138Z$ ③ $\phi 650 \times T3.5 \times t3.0 \times \phi 40 \times 138Z$ ※外周スリット 10mm $\times$ 6 本	① $\phi 285 \times T2.0 \times t1.75 \times \phi 40 \times 80Z$ ② $\phi 285 \times T1.6 \times t1.3 \times \phi 40 \times 80Z$ ※外周スリットなし
切断条件	① N=4,500rpm、F=5m/min ② N=3,000rpm、F=5m/min ③ N=2,830rpm、F=5m/min	①、②とも N=130rpm、F=0.52 m/min
耐久性 (従来比)	約 1. 5 倍	約 1. 5 倍
被削材	7mm 押出し型材 A6063 各種形状	STKM13C $\phi 20.38 \times t3$ STKM15A $\phi 22.38 \times t2$ STKM15B $\phi 51.2 \times t3.1$

試験の結果、試験品 1 , 2 共に第 8 図に示す従来の丸鋸に比べて、耐久性が約 1. 5 倍に高められている。すなわち、試験品が、従来品に比べて、剛性及び臨界回転数が高められたことによる結果である。また、臨界回転数が高められたことにより、従来品に比べて切削の際の振動の発生が抑えられ、それに伴い騒音が抑えられると共に切削面の加工精度も高められた。

なお、上記実施例において、丸鋸の歯底は均一にされているが、歯底が不均一であってもよく、その場合に r の値は最大歯底半径が用いられる。また、上記実施例において、丸鋸に設けるスリットの特定により、



剛性及び臨界回転数を適正に維持しつつ、振動の発生を抑えるようにしたものであるが、このようなスリット特定条件については、丸鋸に限るものではなく、他の円盤状の回転切削工具、例えば円形切断砥石、円形スリッタナイフ等に対しても同様に適用される。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、円盤状工具に形成されるスリットの配設位置とその全体形状とが規定され、円盤状工具の剛性や臨界回転数が高められて振動の発生が抑えられることにより、円盤状工具の設計等において非常に有用である。

## 請 求 の 範 囲

1. 円盤形状の台金に、該台金の回転中心から延びる2本の半径線と該回転中心を同心とする該台金上の2本の同心円で囲まれて形成される仮想領域を周方向に連続して複数個配置し、該仮想領域毎に前記2本の半径線及び2本の同心円のすべてに接触するスリットを1本ずつ設けてなる円盤状工具において、

前記2本の半径線のなす中心角が $90^{\circ}$ 以下であり、

前記仮想領域の数が4乃至24個であり、

該仮想領域を形成する2本の同心円の間隔の中央に位置する中央同心円は、前記台金の最大歯底半径を $r$ としたとき、該台金の回転中心に対して $0.6r \sim 0.8r$ の範囲にあり、

連続して隣り合う前記仮想領域の重なりは、前記回転中心を中心とした中心角が $0^{\circ} \sim 12^{\circ}$ の範囲にあり、

隣り合う前記スリットの間隔が $0.05r$ 以上であり、

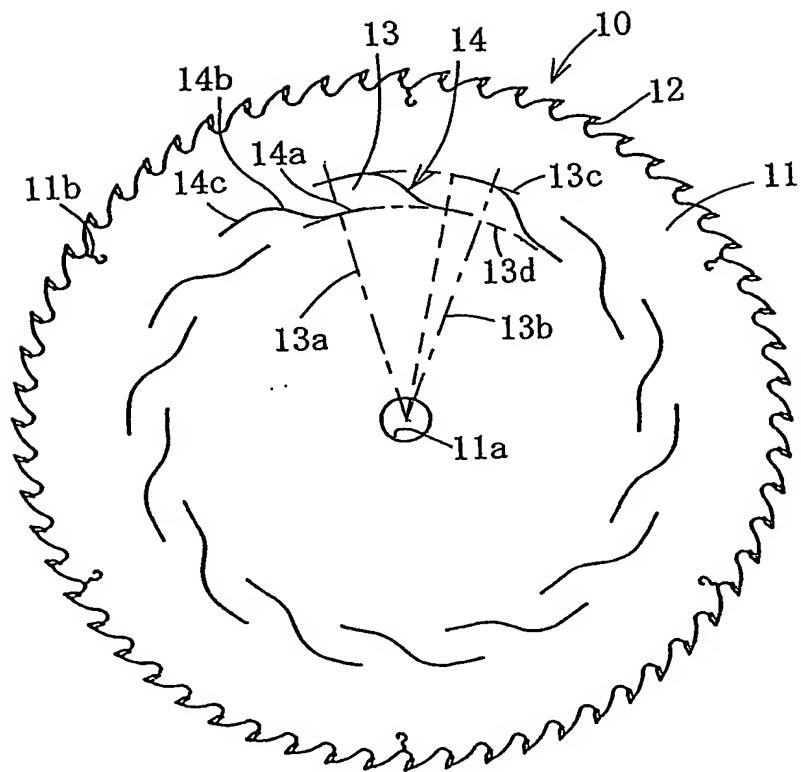
前記各仮想領域の、2本の同心円の間隔に対する前記中央同心円の該仮想領域内における円弧長さの比が3～6であることを特徴とする円盤状工具。

2. 複数の前記仮想領域が同一形状であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の円盤状工具。

3. 複数の前記仮想領域内に形成される前記スリットが同一形状であることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の円盤状工具。

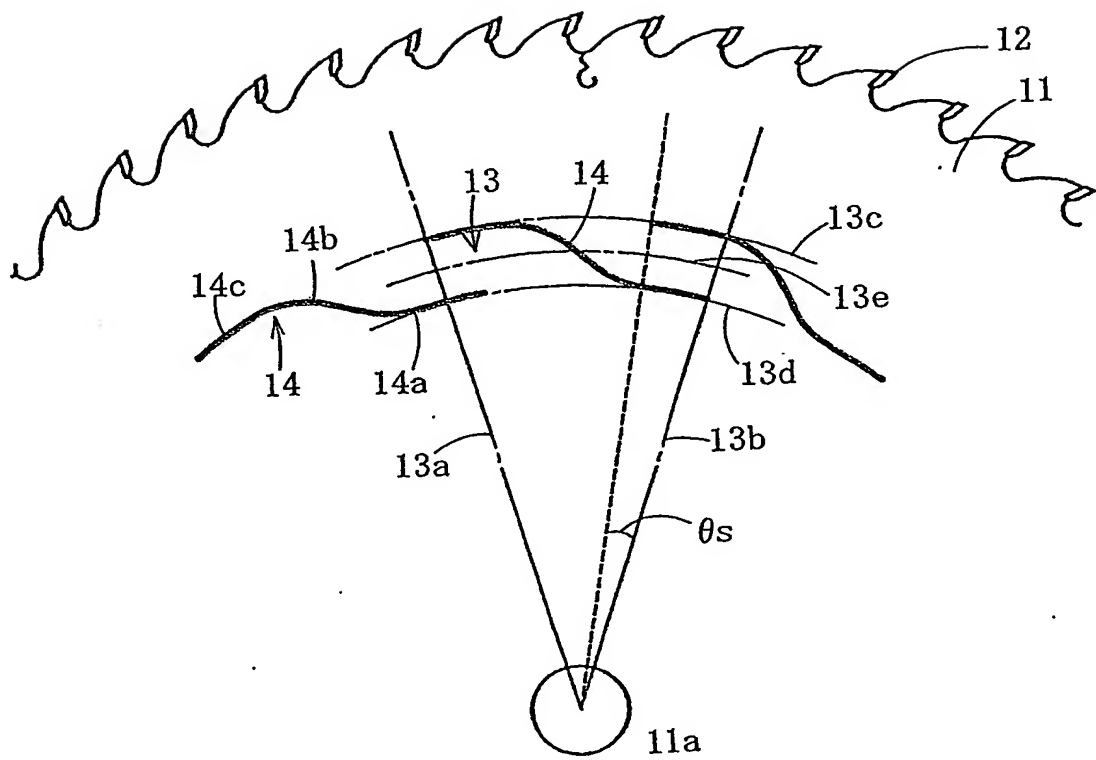
1/5

第 1 図



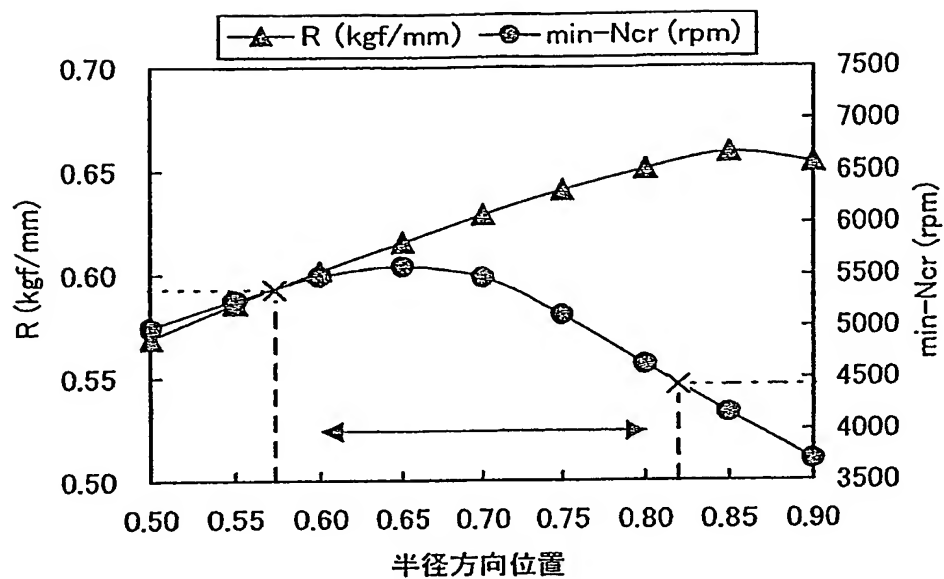
2/5

第 2 図

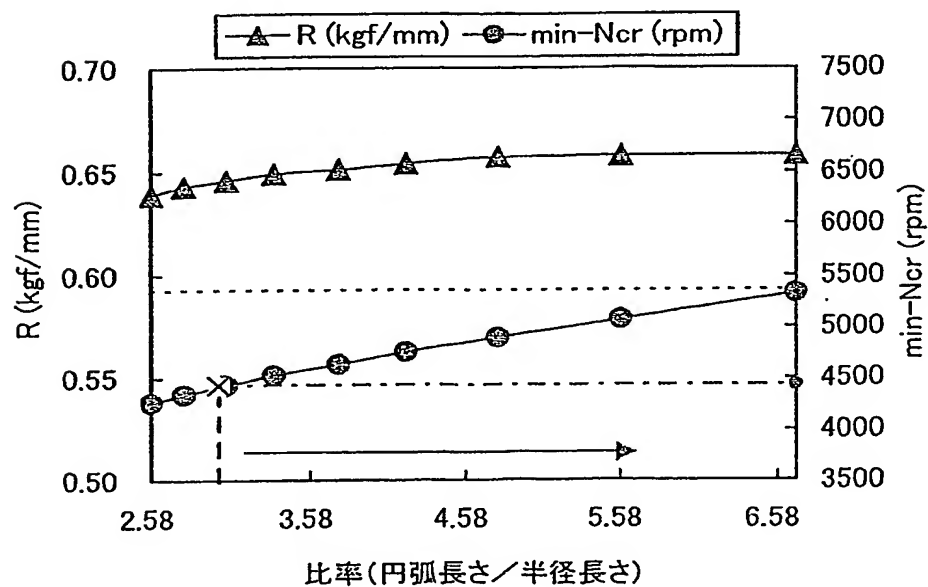


3/5

## 第 3 図

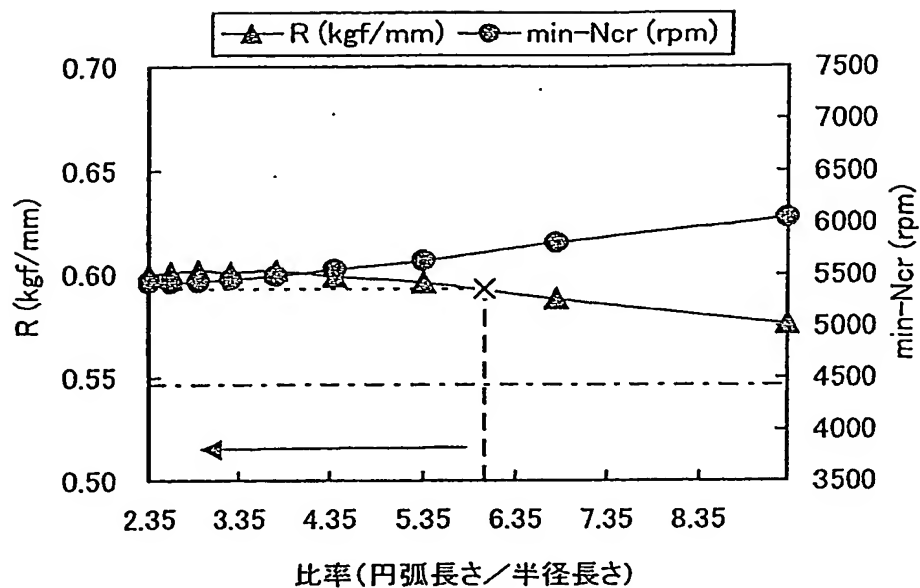


## 第 4 図

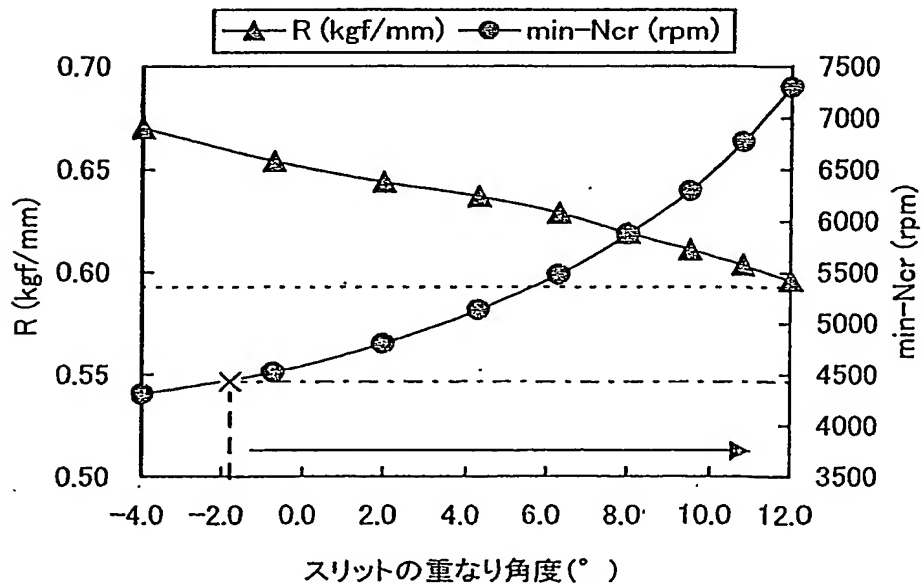


4/5

第 5 図

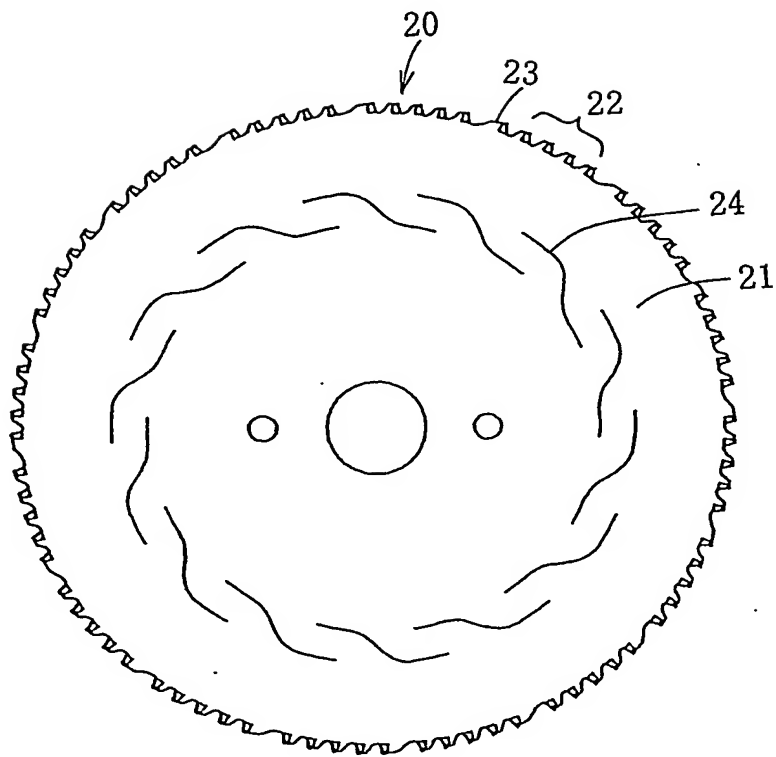


第 6 図

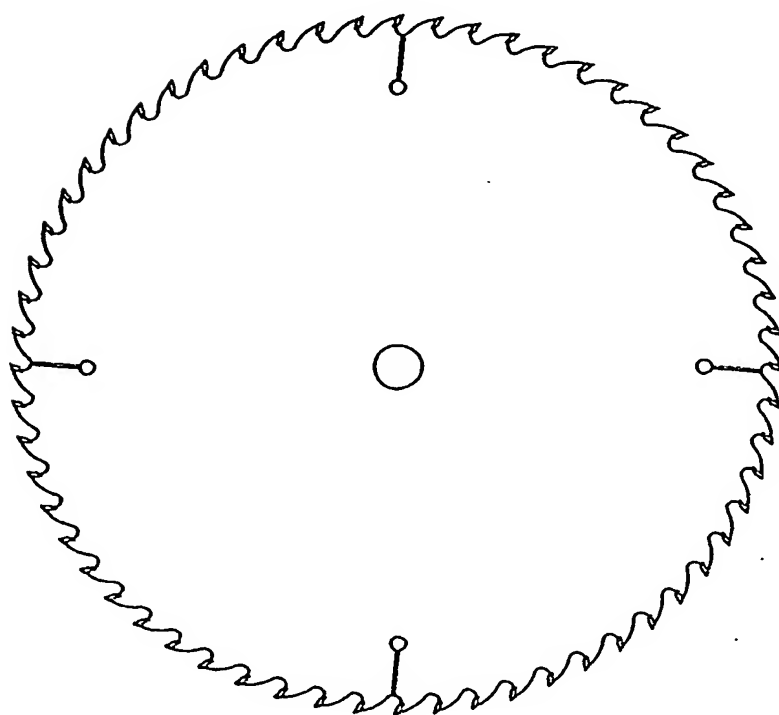


5/5

第 7 図



第 8 図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/0153 50

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B27B33/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B27B33/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 65043/1993 (Laid-open No. 33533/1995) (Tsune Seiki Kabushiki Kaisha), 20 June, 1995 (20.06.95), All drawings (Family: none)	1-3
A	JP 6-9765 Y2 (Kabushiki Kaisha Orion Kogu Seisakusho), 16 March, 1994 (16.03.94), All drawings (Family: none)	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
24 December, 2004 (24.12.04)

Date of mailing of the international search report  
18 January, 2005 (18.01.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B27B33/08

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B27B33/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	日本国実用新案登録出願5-65043号 (日本国実用新案登録出願公開7-33533号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (津根精機株式会社) 1995.06.20 全図 (ファミリー無し)	1-3
A	JP 6-9765 Y2 (株式会社オリオン工具製作所) 1994.03.16 全図 (ファミリー無し)	1-3

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日 後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24.12.2004

国際調査報告の発送日

18.1.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

堀川 一郎

3P

8325

電話番号 03-3581-1101 内線 3362